Studien

über die

Quantitative Absorption

der Schwefelkohlenstoff-Dämpfe vom Respirationstraktus aus.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Joseph Wiener

aus

Bingen a. Rh.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Würzburg

Buchdruckerei Franz Staudenraus

1906.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent:

Herr Professor Dr. K. B. Lehmann.

Aus dem hygienischen Institut in Würzburg sind bisher folgende Arbeiten über Schwefelkohlenstoff hervorgegangen:

1. Eine vorläufige Mitteilung von Herrn Professor K. B. Lehmann, die Giftigkeit des Schwefelkohlenstoffes an zahlreichen Tierversuchen nachweisend. (Sitzungsbericht d. K. B. Akademie, 3. März 1888).

2. Eine Dissertation des Herrn S. Rosenblatt: „Über die Wirkung von CS_2-Dämpfen auf den Menschen nebst Versuchen, deren Giftigkeit zu bestimmen.“ Würzburg, 1890.

3. „Die Einwirkung des Schwefelkohlenstoffes auf den Organismus nebst Versuchen zu bestimmen, wie viel des eingeatmeten giftigen Gases wieder ausgeatmet wird.“
Dissertation des Herrn Michael Hertel, Würzburg 1892.

4. „Studien über die Absorption von giftigen Gasen und Dämpfen durch den Menschen.“
Von Prof. K. B. Lehmann, Würzburg.
(Arch. f. Hyg. XVII, pag. 366 ff.)

Während die Arbeiten Nr. 1 und 2 nur die Giftigkeit der CS_2-Dämpfe zum Gegenstand hatten, versuchte Herr Hertel nebenbei noch die Absorption der CS_2-Dämpfe für den menschlichen Organismus zu bestimmen. Er fand dabei in 5 Versuchen die ziemlich konstanten Werte einer Absorption von:

1. 7,83%
2. 6,60%
3. 4,10%
4. 4,20%
5. a) 3,60%
   b) 4,60%

im Durchschnitt 5,155%.

Wenn es auch von vornherein ersichtlich ist, dass vom Schwefelkohlenstoff, der ja in Wasser nur wenig löslich ist, bedeutend weniger vom Respirationstraktus aus absorbiert wird als von anderen, in Wasser leicht löslichen Gasen, wie z. B. vom Ammoniak, von dem 77,1—88,8%, oder vom Schwefelwasserstoff, von dem sogar 85,9—99% absorbiert werden (s. Studien über die Absorption von giftigen Gasen und Dämpfen durch den Menschen, K. B. Lehmann, Arch. f. Hyg. XVII), so wäre doch der Unterschied in der Absorption des Schwefelkohlenstoffes und der der oben erwähnten Gase ein auffallend grosser nach den Hertel'schen Angaben.

Auch Herr Prof. K. B. Lehmann spricht in seiner soeben zitierten, aus äusseren Gründen in Beziehung auf den Schwefelkohlenstoff nicht zum Abschluss ge-

langten Arbeit, die Vermutung aus, dass vom CS_2 mindestens 65—70% unabsorbiert in die Exspirationsluft gehen, dass also 30—35% absorbiert würden.

Um diese Frage endgiltig aufzuklären, wurde mir von meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. K. B. Lehmann, Vorstand des hygienischen Instituts zu Würzburg, die Aufgabe zu teil, neuerdings planmässige Versuche über die Absorption der CS_2-Dämpfe vom Respirationstraktus aus anzustellen.

Zu meinen Versuchen wurde ausschliesslich die von Herrn Prof. Lehmann angegebene Aspirationsmethode verwandt, die weiter unten näher beschrieben werden soll. Die mit CS_2-Dämpfen beladene Luft passierte alkoholische Kalilauge = Kaliumäthylat (100 g Ätzkali auf 1 l absoluten Alkohol.) Dabei bildet der Schwefelkohlenstoff mit diesem Kaliumäthylat äthylxanthogensaures Kali, gelbe, seidenglänzende Nadeln nach der Formel:

$$CS_2 + C_2H_5OK = KS - CS - OC_2H_5.$$

Durch Ansäuern mit Essigsäure wird dieses Kaliumxanthogenat übergeführt in Kaliumacetat und freie Xanthogensäure:

$$KS - CSOC_2H_5 + CH_3 - COOH = HS - CS - OC_2H_5 + CH_3 - COOK.$$

Die freie Xanthogensäure verbindet sich mit Jod zu Jodwasserstoff und Xanthogenhypersulfid:

$$2\,CS\!<\!\begin{matrix}OC_2H_5\\SH\end{matrix} + J_2 = 2\,HJ + \begin{matrix}S - CS - OC_2H_5\\|\\S - CS - OC_2H_5.\end{matrix}$$

Auf diesem chemischen Verhalten beruht die von Gastine angegebene und von Herrn Prof. Lehmann und seinen Schülern schon mehrfach erprobte Methode, den CS_2-Gehalt der Luft zu bestimmen:

Die mit alkoholischer Kalilauge gefüllten Vorlagen wurden nach dem Durchpassieren der mit CS_2-Dämpfen beladenen Luft mit destilliertem Wasser ausgespült. Dann wurde mit Essigsäure — ich verwandte sowohl verdünnte 10%ige als auch Eisessig — schwach angesäuert und die überschüssige Säure mit Calciumkarbonat neutralisiert und das Ganze in einem Messzylinder bis zu einer gewissen Marke — gewöhnlich 250 ccm — mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Zu einer bestimmten Menge dieser Flüssigkeit — meistens die Hälfte — wurde nun etwas Stärkelösung zugesetzt, kräftig umgeschüttelt und so lange tropfenweise Jodkalilösung aus einer graduierten Bürette zugegeben, bis alle Xanthogensäure durch Jod zu Xanthogenhypersulfid geworden. Der geringste Überschuss von Jod lieferte mit der Stärkelösung sofort Blaufärbung.

Da CS_2 gerade J_2 in Jodwasserstoff verwandelt, so sind für 75,93 g Schwefelkohlenstoff gerade 126,54 g Jod nötig. Wenn ich mir also eine Lösung von 126,54 g Jod in 1 l Wasser herstelle, so entspricht 1 ccm dieser Lösung, gerade 75,93 mg Schwefelkohlenstoff. Die Zahl der bei der Titrierung verbrauchten ccm Jodlösung, multipliziert mit 76 (75,93), ergiebt also den vorhandenen Schwefelkohlenstoff in mg.

Zur genaueren Titrierung verwandte ich $^1/_{10}$ Normal-Jodlösung — bei kleinen Mengen Schwefelkohlenstoff auch $^1/_{20}$ — und musste daher die Zahl der verbrauchten ccm Normal-Jodlösung mit 7,6, resp. $\frac{7,6}{2}$ multiplizieren.

I. Vorversuche zur eignen Erprobung der Methode.

Um die Brauchbarkeit dieser Titriermethode auch selbst zu prüfen, stellte ich folgende Versuche an:

In ein mit einem Deckel verschliessbares Wageglässchen mit einer unbestimmten Menge alkoholischer Kalilauge (ca. 50—75% ccm) gab ich eine gewisse Menge CS_2. Durch Wiegen vor und nach dem CS_2-Zusatz bestimmte ich den CS_2 in mg, der durch Titrieren wiedergefunden werden musste.

Wageglas mit alk. Kalilauge + CS_2 = 42 709,5 mg
" " " " allein = 42 600,0 "
Zugesetzter CS_2 = 109,5 mg

Die Titrierung in je $^1/_4$ der Flüssigkeit ergiebt:

I. 4 . 7,6 . 3,7 = 112,48 mg CS_2
II. 4 . 7,6 . 3,6 = 109,44 " "
III. 4 . 7,6 . 3,6 = 109,44 " "

Für 109,5 mg CS_2 wurden also gefunden 109,4 — 112,5 mg, d. i. eine Fehlergrenze von rund + 3%.

Ein Versuch mit grösseren CS_2-Mengen ergab folgendes Resultat:

Wageglässchen mit alk. Kalilauge + CS_2 = 59 770,0 mg
„ „ „ „ allein = 59 271,0 „
Zugesetzter CS_2 = 499,0 mg

Die Titrierung von $^1/_8$ resp. $^1/_4$ der Flüssigkeit ergab:

I. 4 . 7,6 . 16,2 = 492,48 mg CS_2.
II. 8 . 7,6 . 8,2 = 498,56 „ „
III. 8 . 7,6 . 8,2 = 498,56 „ „

Für 499,0 mg CS_2 wurden also gefunden 492,5 — 498,6 mg, d. i. eine Fehlergrenze von bis zu — 1,3 %.

Nach mehreren Versuchen dieser Art, die ziemlich dasselbe Resultat lieferten, ging ich zu folgendem Probeversuch über:

Mittelst eines Aspirators wurde durch zwei hinter einander geschaltete und mit alkoholischer Kalilauge gefüllte Peligotsche Kugelröhren ein Luftstrom gesaugt, der vorher eine mit CS_2 gefüllte Vorlage passiert hatte. Durch Wägung vor und nach dem Versuche wurde das Gewicht des verdunsteten CS_2 bestimmt, der sich durch Titrieren in der Kalilauge wiederfinden lassen musste.

Gewicht des Kölbchens mit CS_2 vor Versuch = 48 950 mg
„ „ „ „ „ nach „ = 47 910 „
Verdunsteter CS_2 = 1 040 mg

Die Titrierung ergab 10 . 7,6 . 13,8 = 1 048,8 mg CS_2 d. i. rund 1 % zu viel.

Die Methode muss also als zuverlässig bezeichnet werden, wenngleich ich zugeben muss, dass in den folgenden Resultaten eine Fehlergrenze von — 1,3 bis 3% vorkommen kann.

II. Tierversuche.

Nach mehreren missglückten Versuchen, wobei die Konzentration des Schwefelkohlenstoffs so stark war, dass die Tiere schon nach wenigen Minuten (4—20) verendeten, gelang es mir unter dem Beistand des Herrn Prof. Lehmann folgenden, auf dem Prinzip der Müllerschen Ventile beruhenden Apparat zu konstruieren, der mir bei meinen Versuchen sehr gute Dienste leistete:

Die Inspirationsluft streicht durch ein mit alkoholischer Kalilauge gefüllte Vorlage, um dann durch zwei Röhren zu gehen, in deren eine ein mit Schwefelkohlenstoff und Olivenöl ca. 3—5 cm hoch gefülltes Reagensröhrchen eingeschaltet ist. Bei den folgenden Versuchen wurde dadurch eine verschiedene Konzentration der Inspirationsluft erzielt, dass der Schwefelkohlenstoff und das Olivenöl in verschiedenem Verhältnis miteinander gemischt wurden und dass ausserdem bei manchen Versuchen das Reagensröhrchen mit dem Gemisch mit der blossen Hand erwärmt wurde, so dass mehr CS_2 verdampfte. Das zuführende Rohr tauchte nicht in die Mischung ein. Infolgedessen konnte sich der das Reagensröhrchen passierende

Luftstrom nur mit den über der Mischung befindlichen CS_2-Dämpfen beladen. Durch diese Anordnung wurde eine zu hohe, tötliche CS_2-Konzentration der Inspirationsluft vermieden.

Die mit CS_2-Dämpfen beladene Luft gelangte nun nach Passieren einer mit dest. Wasser gefüllten Waschflasche in die Trachea und Lunge des Tieres.

Die Espirationsluft streicht durch eine mit alkoholischer Kalilauge gefüllte Waschflasche und ebenso gefüllte Peligotsche Kugelröhre.

Die erste Vorlage vor dem Reagensröhrchen mit CS_2 und Olivenöl wurde angebracht, um den durch Verdunstung oder allzu heftige Exspirationsstösse in die Aussenluft gelangenden CS_2-Dampf aufzufangen; ich will diese Vorrichtung Rücklage nennen.

Das Tier — es wurden stets Kaninchen verwandt — wurde narkotisiert durch subkutane Injektion von Chloralhydrat, und zwar wurden für jedes Kilogramm Körpergewicht ca. 0,8 g Chloralhydrat verwandt. Dann wurde es tracheotomiert, in die Trachea eine Glaskanüle eingebunden und diese mittelst eines Gummischlauches mit dem Apparate verbunden.

Der inspirierte Schwefelkohlenstoff wird direkt in mg bestimmt durch die Differenz der Wägungen des Reagensröhrchens mit CS_2 und Olivenöl vor und nach dem Versuch.

Davon abzuziehen ist natürlich der Schwefelkohlenstoff, der durch Titrieren des Inhalts der sogen.

Rücklage und der mit Wasser gefüllten Waschflasche gefunden wird.

Der exspirierte Schwefelkohlenstoff wird durch Titrieren des Inhalts der mit alkoholischer Kalilauge gefüllten Waschflasche und der Peligotschen Kugelröhre gefunden.

Die Differenz des CS_2-Gehalts der In- und Exspirationsluft ergiebt direkt die Absorption der CS_2-Dämpfe durch die Luftwege des Tieres.

Bemerkt sei noch, dass die Glasröhren des Apparates allerdings durch kurze Gummischläuche verbunden waren, dass aber die Glasröhren mit ihren Enden so nahe aneinander gebracht wurden, dass eine Absorption von Schwefelkohlenstoff durch Gummi auszuschliessen oder wenigstens nicht in Betracht zu ziehen ist.

Ich komme nun zur Beschreibung der Versuche, die ich in der Reihenfolge der Versuchsanstellung mitteile.

Die Dauer des Versuches betrug stets 60 Minuten.

Nach Wegnahme des Reagensröhrchens mit CS_2 liess ich das Tier stets noch 3—5 Minuten durch den Apparat atmen, damit in der Lunge des Tieres und in den Röhren des Apparates zurückgebliebener CS_2 sämtlich durch die beiden Nachlagen ging und dort gebunden wurde.

1. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 1600 g; injizierte Menge Chloralhydrat 1,5 g.

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
vor Versuch: 63 297,5 mg
Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
nach Versuch 63 263,5 mg
Verdunsteter CS_2: 34,0 mg

In der Rücklage und der eingeschalteten Flasche mit Wasser fanden sich durch Titrieren
$2 . 7{,}6 . 0{,}2 = 3{,}04$ mg CS_2, so dass in der Inspirationsluft waren 34,00
— 3,04
30,96 mg CS_2.

In der Exspirationsluft waren
$2 . 7{,}6 . 1{,}95 = 29{,}64$ mg CS_2.

Es wurden also absorbiert: 30,96
— 29,64
1,32 mg CS_2 oder
4,26 %.

2. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 1850 g; injizierte Menge Chloralhydrat: 1,5 g.
Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
vor Versuch: 63 261,0 mg
Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
nach Versuch: 63 217,0 mg
Verdunsteter CS_2: 44,0 mg

In der Rücklage und in der eingeschalteten Waschflasche mit Wasser fanden sich
$2 . 7{,}6 . 0{,}25 = 3{,}80$ mg CS_2.

Es wurden also inspiriert: 44,00

— 3,80

40,20 mg CS_2.

In der Exspirationsluft waren:

$5 . 7{,}6 . 0{,}7 = 26{,}6$ mg CS_2.

Absorbiert wurden 40,20

— 26,60

13,60 mg CS_2 oder **33,8%**.

3. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 2400 mg; injizierte Menge Chloralhydrat: 2,75 g.

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl vor Versuch: 63250,0 mg

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl nach Versuch: 63207,5 mg

Verdunsteter CS_2: 42,5 mg

In Rücklage + eingeschalteter Waschflasche waren $2 . 7{,}6 . 0{,}2 = 3{,}04$ mg CS_2, so dass inspiriert wurden: 42,50

— 3,04

39,46 mg.

In der Exspirationsluft waren:

$2 . 7{,}6 . 1{,}0 + 2 . 7{,}6 . 1{,}0 = 30{,}4$ mg CS_2.

Es wurden also absorbiert: 39,46

— 30,40

9,06 mg CS_2 oder **23%**.

Da sich gegen Ende des vorhergehenden Versuches das zuleitende Rohr der 1. Vorlage durch Bil-

dung von kohlensaurem Kali so verstopft hatte, dass das Tier nur schwer Luft bekam, so wurde diesmal nach der ersten halben Stunde diese Flasche rasch durch eine zweite ersetzt.

4. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 2 240 g; injizierte Menge Chloralhydrat: 2,25 g.

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
vor Versuch: 63 215,0 mg
Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
nach Versuch: 63 172,5 mg
Verdunsteter CS_2: 42,5 mg

In der Rücklage und Waschflasche mit Wasser waren $\frac{2 \cdot 7{,}6 \cdot 1{,}2}{5}$ = 3,65 mg CS_2. (Es wurde mit $^1/_{50}$ Normal-Jodlösung titriert).

Inspiriert wurden demnach: 42,50
— 3,65
38,85 mg CS_2.

Exspiriert wurden:
$\frac{2 \cdot 7{,}6 \cdot 2{,}1}{2}$ = 15,96 + $\frac{2 \cdot 7{,}6 \cdot 2{,}1}{2}$ − 15,96 = 31,92 mg CS_2.
(Hier wurde der grösseren Genauigkeit halber mit $^1/_{20}$ N.-Jodlösung titriert).

Absorbiert wurden: 38,85
— 31,92
6,93 mg CS_2 oder **17,7%**.

5. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 1240 g; injizierte Menge Chloralhydrat: 2,0 g. (Zu viel!). Das an und für sich

schon schwächliche Tier atmet nicht tief, wahrscheinlich wegen der relativ grossen Menge injizierten Chloralhydrats.

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
vor Versuch: 63 581,0 mg
Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
nach Versuch: 63 546,0 mg
Verdunsteter CS_2: 35,0 mg

In Rücklage + Waschflasche mit Wasser waren $\frac{2 \cdot 7{,}6 \cdot 0{,}3}{2} = 2{,}28$ mg CS_2 ($^1/_{20}$ N.-Jodlösung). Inspiriert wurden also: 35,00
— 2,28
32,72 mg CS_2.

In Exspirationsluft waren:

$$\frac{2 \cdot 7{,}6 \cdot 2{,}5}{2} + \frac{2 \cdot 7{,}6 \cdot 1{,}7}{2} = 31{,}92 \text{ mg } CS_2.$$

Absorbiert wurden demnach 32,72
— 31,92
0,80 mg CS_2 oder
2,4 %.

6. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 1970 g; injizierte Menge Chloralhydrat: 2,5 g.

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
vor Versuch: 40 891,0 mg
Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
nach Versuch: 40 261,5 mg
Verdunsteter CS_2: 629,5 mg

In Rücklage und Waschflasche mit Wasser waren $3 . 7{,}6 . 0{,}4 = 9{,}12$ mg CS_2, so dass inspiriert wurden:

$$\begin{array}{r} 629{,}50 \\ -\ 9{,}12 \\ \hline 620{,}38 \text{ mg } CS_2 \end{array}$$

Exspiriert wurden:

$$\frac{2 . 7{,}6 . 33{,}4}{2} + \frac{250{,}8 + 241{,}68}{2} = 500{,}08 \text{ mg } CS_2.$$

Absorbiert wurden: $620{,}38 - 500{,}08 = 120{,}30$ mg CS_2 oder **19,4%**.

7. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 1400 g; injizierte Menge Chloralhydrat: 1,5 g. Nach der ersten halben Stunde Flaschenwechsel, der aber diesmal, wie schon bei dem vorhergehenden Versuche, derart bewerkstelligt wurde, dass die Exspirationsluft zunächst in ein Gabelrohr gelangte, an dessen beiden Schenkeln je eine Waschflasche und Peligotsche Kugelröhre (gefüllt mit alkoholischer Kalilauge) angebracht waren. Durch Klemmen konnte man den Apparat leicht bald mit der einen, bald mit der andren Vorlage in Verbindung setzen.

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
vor Versuch: 64 844,0 mg
Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
nach Versuch: 64 743,0 mg
Verdunsteter CS_2: 101,0 mg

In Rücklage und Waschflasche mit Wasser waren 5,2 mg CS_2.

Es wurden also inspiriert: 101,0
— 5,2
95,8 mg CS_2.

Exspiriert wurden:
$2 . 7{,}6 . 1{,}4 + 2 . 7{,}6 . 3{,}8 = 79{,}04$ mg CS_2.

Absorbiert wurden: 95,80
— 79,04
16,76 mg CS_2 oder **17,5%**.

8. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 1350 g; injizierte Menge Chloralhydrat: 1,5 g.

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl vor Versuch: 67 552,0 mg

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl nach Versuch: 67 411,5 mg

Verdunsteter CS_2: 140,5 mg

In Rücklage und Waschflasche mit Wasser waren
$2 . 7{,}6 . 0{,}6 = 9{,}12$ mg CS_2.

Demnach wurden inspiriert 140,50
— 9,12
131,38 mg SC_2.

In Exspirationsluft waren:
$2 . 7{,}6 . 4{,}2 + 2 . 7{,}6 . 2{,}4 = 100{,}32$ mg CS_2.

Absorbiert wurden 131,38
— 100,32
31,06 mg CS_2 oder **23,6%**

9. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 2200 g; injizierte Menge Chloralhydrat: 2,2 g.

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
vor Versuch: 67 655,0 mg
Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl
nach Versuch: 67 493,0 mg
Verdunsteter CS_2: 162,0 mg

In Rücklage und Flasche mit Wasser waren:

$$\frac{2 \cdot 7{,}6 \cdot 0.7}{2} = 5{,}32 \text{ mg } CS_2.$$

Es wurden also inspiriert 162,00
— 5,32
156,68 mg CS_2.

Exspiriert wurden:
$2 \cdot 7{,}6 \cdot 5{,}3 + 2 \cdot 7{,}6 \cdot 2{,}7 = 122{,}36$ mg CS_2.

Absorbiert wurden: 156,68
— 122,36
34,32 mg CS_2 oder **21,7** %.

10. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 1700 g; injizierte Menge Chloralhyrdat: 1,7 g. Bei diesem Versuche mussten die Vorlagen viermal gewechselt werden, da sich das zuleitende Rohr verstopft hatte.

Gewicht des Kölbchens mit CS_2 + Öl
vor Versuch: 68 960,0 mg
Gewicht des Kölbchens mit CS_2 + Öl
nach Versuch: 68 749,0 mg
Verdunsteter CS_2: 211,0 mg

In Rücklage und Waschflasche mit Wasser waren $7{,}6 \cdot 0{,}3 = 2{,}28$ mg CS_2, so dass inspiriert wurden:

211,0
— 2,3
208,7 mg CS_2.

Exspiriert wurden 155,04 mg.

Absorbiert wurden: 208,70

— 155,04

53,66 mg CS_2 oder **25,7%**.

11. Versuch.

Gewicht des Kaninchens: 1280 g; injizierte Menge Chloralhydrat: 1,0 g.

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl vor Versuch: 42 785,5 mg

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl nach Versuch: 42 665,0 mg

Verdunsteter CS_2: 120,5 mg

In Rücklage und Flasche mit Wasser waren: 7,6 . 0,2 = 1,52 mg CS_2, so dass inspiriert wurden:

120,50

— 1,52

118,98 mg CS_2.

Exspiriert wurden 79,80 mg CS_2.

Absorbiert wurden: 118,98

— 79,80

39,18 mg CS_2 oder **32,9%**.

12. Versuch.

Veranstaltet mit demselben Tiere nach einer Zwischenpause von 3^{24} Stunden.

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl vor Versuch: 42 645,0 mg

Gewicht des Reagensrohres mit CS_2 + Öl nach Versuch: 42 546,0 mg

Verdunsteter CS_2: 99,0 mg

In Rücklage und Waschflasche mit Wasser waren 7,6 . 0,2 = 1,52 mg CS_2, so dass inspiriert wurden:

99,00
— 1,52
97,48 mg CS_2.

Exspiriert wurden: 72,94 mg CS_2.

Absorbiert wurden also: 97,48
— 72,94
24,54 mg CS_2 od. **25,6%**.

Ich will nun die Ergebnisse der 12 Tierversuche in Tabellen zusammenstellen:

Übersichtstabelle der 12 Tierversuche.

Versuchs-Nr.	Gewicht des Tieres in g	Injiz. Menge Chloralhydrat in g	Inspiriert. CS_2 in mg	Exspiriert. CS_2 in mg	Absorb. CS_2 in mg	Absorpt. in %
1.	1600	1,5	30,96	29,64	1,32	4,3
2.	1850	1,5	40,20	26,60	13,60	33,8
3.	2400	2,75	39,46	30,40	9,06	23,0
4.	2240	2,25	38,85	31,92	6,93	17,7
5.	1240	2,0	32,72	31,92	0,80	2,4
6.	1970	2,5	620,38	500,08	120,30	19,4
7.	1400	1,5	95,80	79,04	16,76	17,5
8.	1350	1,5	131,38	100,32	31,06	23,6
9.	2200	2,2	156,68	122,36	34,32	21,7
10.	1700	1,7	208,70	155,04	53,66	25,7
11.	1280	1,0	118,98	79,80	39,18	32,9
12.	1280	1,25	97,48	72,94	24,54	25,6

Tabelle derselben Versuche, nach CS_2-Konzentration der Inspirationsluft geordnet.

Versuchs-Nr.	Gewicht des Tieres in g	Injiz. Menge Chloralhydrat in mg	Inspiriert. CS_2 in mg	Exspir. CS_2 in mg	Absorbirt CS_2 in mg	Absorpt. in %
6.	1970	2,5	620,38	500,08	120,30	19,4
10.	1700	1,7	208,70	155,04	53,66	25,7
9.	2200	2,2	156,68	122,36	34,32	21,7
8.	1350	1,5	131,38	100,32	31,06	23,6
11.	1280	1,0	118,98	79,80	39,18	32,9
12.	1280	1,25	97,48	72,94	24,54	25,6
7.	1400	1,5	95,80	79,04	16,76	17,5
2.	1850	1,5	40,20	26,60	13,60	33,8
3.	2400	2,75	39,46	30,40	9,06	23,0
4.	2240	2,25	38,85	31,92	6,93	17,7
5.	1240	2,0	32,72	31,92	0,80	2,4
1.	1600	1,5	30,96	29,64	1,32	4,3

Der Versuch Nr. 1 dürfte als erster in seiner Art keinen grossen Anspruch auf Genauigkeit machen, zumal da die Konzentration der Inspirationsluft sehr gering war.

Bei Versuch Nr. 5 wurde, wie oben erwähnt, ein schwächliches Tier verwendet, das ausserdem mit einer relativ viel zu grossen Dosis Chloralhydrat narkotisiert war (pro kg Körpergewicht 1,6 g Chloralhydrat, während schon 0,8 g als hinreichend erprobt war; also gerade

die doppelte Dosis!). Die Atmung des Tieres war deshalb nur oberflächlich.

Trotzdem glaubte ich, diese beiden Versuche nicht verschweigen zu dürfen.

Abgesehen von diesen beiden Versuchen ergiebt sich aus den anderen eine Schwefelkohlenstoffabsorption, zwischen 17,5 und 33,8% schwankend.

Das Mittel aus den Versuchsresultaten ergiebt eine Absorption von 20,6%.

III. Versuche am Menschen.

Zu den Versuchen am Menschen wurde dasselbe Verfahren angewandt wie bei den Tierversuchen, nämlich aus der Differenz des CS_2-Gehalts der In- und Exspirationsluft die CS_2-Apsorption zu bestimmen.

Alle Versuche stellte ich an mir selbst an.

In einem Zimmer, dessen Volumen 53,37 cbm war, wurde bei stets 15° Zimmertemperatur eine gewisse Menge CS_2 (113—120 ccm) auf den Boden geschüttet und verdampfen lassen. Mittelst eines grossen Fächers wurde die Luft heftig bewegt und dadurch für eine möglichst gleichmässige Verteilung des CS_2 in dem Raume gesorgt.

Der Gehalt der Inspirationsluft an CS_2 wurde auf die Weise bestimmt, dass durch drei hintereinandergeschaltete, mit alkoholischer Kalilauge gefüllte Peligotsche Kugelröhren mittelst eines graduierten Aspirators aus direkter Nähe des Gesichtes der Versuchsperson

die mit CS_2-Dämpfen beladene Zimmerluft hindurchgesaugt wurde.

Durch Titrieren wurde dann der CS_2-Gehalt pro Liter Luft bestimmt.

Zur Bestimmung des CS_2-Gehalts der Exspirationsluft wurde folgendes Verfahren eingeschlagen:

Die Versuchsperson atmete in ein ca. 40 cm langes Rohr, das, um Kondensation der in der Expirationsluft enthaltenen Wasserdämpfe zu vermeiden, während des Versuches von ungefähr 40° heissem Wasser umspült war. Dieses Rohr lief an beiden Enden konisch zu; es brauchten also keine Gummistopfen verwandt zu werden und damit fiel auch die Sorge weg, dass das Versuchsresultat bei den immerhin kleinen CS_2-Mengen, um die es sich bei diesen Versuchen handelte, durch Absorption des CS_2 von Seiten der Gummistopfen beeinflusst werden könnte.

Aus diesem Rohr wird die Exspirationsluft mittelst eines graduierten Aspirators durch vier hintereinandergeschaltete, mit alkoholischer Kalilauge gefüllte Peligotsche Kugelröhren hindurchgesaugt.

Auf der Verbindungsstrecke zwischen der 40 cm langen Röhre und den 4 Peligotschen Kugelröhren ist seitlich eine in das Zimmer führende Glasröhre mit einem Gummischlauche angebracht.

Bei der streng nasalen Inspiration wird mit der Zunge das 40 cm lange Rohr verschlossen und der seitlich angebrachte Gummischlauch mit den Fingern

komprimiert, sodass der Aspirator keine Luft ansaugen kann.

Bei der labialen Exspiration gelangt die exspirierte Luft in die 40 cm lange Röhre und wird von hier mittelst des Aspirators durch die vier Kugelröhren gesaugt.

Um Dyspnoe der Versuchsperson zu verhindern wird der vorher komprimierte Gummischlauch geöffnet sodass die überschüssige Exspirationsluft ins Freie entweichen kann.

Durch Titrieren des Inhalts der vier Kugelröhren findet man die Schwefelkohlenstoffmenge, die in dem von dem Aspirator angezeigten Luftvolumen enthalten war, woraus man den CS_2-Gehalt pro 1 Exspirationsluft berechnet.

Um die Abflussgeschwindigkeit der beiden Aspiratoren gleichmässig zu gestalten, ragten erstens deren beide Ausflussröhren bis auf den Boden der Gefässe, und zweitens wurde in der Ausflussöffnung der Aspiratoren je ein Becherglas angehängt.

Die ganze Versuchsordnung lehnt sich an die von Herrn Prof. Lehmann beschriebene an. (s. Arch. für Hyg. XVII.).

Ich komme nun zur Beschreibung der Versuche:

1. Versuch.

Verdampfte CS_2-Menge: 115 ccm.

In 11 l Inspir.-Luft waren $2 . 7{,}59 . 1{,}1 = 16{,}698$ mg CS_2.

„ 1 l „ „ 1,518 mg CS_2.

In 16 l Exspir.-Luft waren 2 . 7,59 . 1,3 = 19,734 mg CS_2.
„ 1 l „ „ 1,233 mg CS_2.

Es wurden also pro l Luft absorbiert:

1,518
— 1,233
0,285 mg CS_2 oder **18,8%**.

2. Versuch.

Verdunstete CS_2-Menge: 120 ccm.

In 10 l Inspir.-Luft waren 2 . 7,59 . 1,1 = 16,698 mg CS_2.
„ 1 l „ „ 1,670 mg CS_2.
In 16 l Exspir.-Luft waren 2 . 7,59 . 1,35 = 20,493 mg CS_2.
„ 1 l „ „ 1,281 mg CS_2

Absorption pro 1 l Luft 1,670
— 1,281
0,389 mg CS_2 od. **23,3%**.

3. Versuch.

Verdunstete CS_2-Menge: 120 ccm.

In 14 l Inspir.-Luft waren: 2 . 7,59 . 1,9 = 28,842 mg CS_2.
„ 1 l „ „ 2,060 mg CS_2.
In 16 l Exspir.-Luft waren 2 . 7,59 . 1,6 = 24,288 mg CS_2.
„ 1 l „ „ 1,518 mg CS_2.

Absorption pro 1 l Luft 2,060
— 1,518
0,542 mg CS_2 od. **26,3%**.

4. Versuch.

Verdunstete CS_2-Menge: 113 ccm.

In 14,4 l Inspir.-Luft waren 2 . 7,59 . 1,5 = 22,770 mg CS_2.
„ 1 l „ „ 1,581 mg CS_2.

In 14 l Exspir.-Luft waren 2 . 7,59 . 1,2 = 18,216 mg CS_2.
„ 1 l „ „ 1,301 mg CS_2.

Absorption pro 1 l Luft 1,581
— 1,301
0,280 mg CS_2 od. **17,8%**.

5. Versuch.

Verdunstete CS_2-Menge: 120 ccm.

In 15 l Inspir.-Luft waren 2 . 7,59 . 1,9 = 18,842 mg CS_2.
„ 1 l „ „ 1,923 mg CS_2.

In 14 l Exspir.-Luft waren 2 . 7,59 . 1,2 = 18,216 mg CS_2.
„ 1 l „ „ 1,301 mg CS_2.

Absorption pro 1 l Luft 1,923
— 1,301
0,622 mg CS_2 od. **32,2%**.

Bei dem letzten Versuche hatte ich eine Rhinitis und leichte Bronchitis, woraus sich vielleicht die etwas höhere Absorption erklären liesse.

Bemerkt sei noch, dass bei den 5 Menschenversuchen als Multiplikationskonstante nicht 7,6 sondern 7,59 genommen wurde.

Übersichtstabelle der 5 Menschenversuche.

Versuchs-Nr.	Verdampf. CS_2-Menge in ccm	Menge der untersuchten Inspir.-Luft in l	Menge der untersuchten Exspir.-Luft in l	CS_2-Gehalt der Insp.-Luft in toto in mg	CS_2-Gehalt d. Exsp.-Luft in toto in mg	CS_2-Gehalt der Insp.-Luft pro l in mg	CS_2-Gehalt d. Exsp.-Luft pro l in mg	Absorbierte CS_2-Menge pro l Luft in mg	Absorb. CS_2-Menge in %
1.	115	11	16	16,698	19,734	1,518	1,233	0,285	18,8
2.	120	10	16	16,698	20,493	1,670	1,281	0,389	23,3
3.	120	14	16	28,842	24,288	2,060	1,518	0,542	26,3
4.	113	14,4	14	22,770	18,216	1,581	1,301	0,280	17,8
5.	120	15	14	28,842	18,216	1,923	1,301	0,622	32,2

Das Mittel der Resultate dieser Versuche beträgt 23,7% und nähert sich also sehr dem Mittel der Resultate der Tierversuche mit 20,6%.

Vergleiche ich zum Schlusse meine Werte, die eine Absorption von rund 22% ergaben, mit denen von Herrn Hertel, der eine Absorption von nur 2—8% fand, so muss ich sagen, ich bin ausser stande, diese Differenzen erklären zu können.

In der Methodik von Herrn Hertel kann ich nichts finden, was einen Einwand rechtfertigte, und glaube auch meinerseits, mit der grösstmöglichsten Genauigkeit gearbeitet zu haben.

Da ich mich mit diesen Versuchen ganz speziell einige Wochen lang eingehend beschäftigt habe und da meine Versuche mit grossen Dosen am Tier, wo kleine Titrirfehler wenig ausmachten, so gut mit meinen mit kleinen Dosen am Menschen angestellten Versuchen stimmen, so betrachte ich diese trotz recht verschiedener Methodik übereinstimmenden Versuche für einen weiteren Beweis der Richtigkeit meiner Ergebnisse.

Vielleicht ist auch mit der Möglichkeit zu rechnen, dass Herr Hertel aus mir nicht bekannten Gründen besonders wenig Schwefelkohlenstoff zu absorbieren vermochte.

Am Schlusse dieser Arbeit möchte ich es nicht versäumen, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann, für die mir gegebenen mannigfachen Winke und Anleitungen meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, Josef Wiener bin geboren am 4. Oktober 1882 in Bingen a. Rh., Grossherzogtum Hessen, als Sohn des verstorbenen Kaufmanns Philipp Wiener, jüdischer Konfession. Ich besuchte von Ostern 1889 ab die Vorschule der Realschule zu Bingen, dann die Realschule, um nach Errichtung eines Progymnasiums daselbst in dieses überzutreten. Die Unter- und Oberprima absolvierte ich am Ostergymnasium in Mainz, wo ich mir Ostern 1901 das Zeugnis der Reife erwarb. Im April 1901 bezog ich zum Studium der Medizin die Universität Würzburg, bestand nach 4 semestrigem Studium daselbst das ärztliche Vorexamen und studierte das V. Semester in München, das VI. und VII. in Berlin. Im VIII. Semester kehrte ich nach Würzburg zurück, woselbst ich im X. Semester am 26. Februar 1906 das ärztliche Staatsexamen vollendete.